



TITLE:

原子核の集団運動の統一的記述への試み：特に対相関による集団励起について (Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

宮西, 敬直

CITATION:

宮西, 敬直. 原子核の集団運動の統一的記述への試み：特に対相関による集団励起について. 京都大学, 1972, 理学博士

ISSUE DATE:

1972-03-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213916>

RIGHT:

氏 名	宮 西 敬 直 みやにし よしなお
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 237 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学 位 論 文 題 目	原子核の集団運動の統一的記述への試み — 特に対相関による集団励起について —
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 林 稔 教 授 小 林 晨 作 教 授 武 藤 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

申請者宮西敬直の表記の主論文は4章より成り、第1章では原子核の低励起状態が振動および回転の集団運動として取り扱われ出して以来現在の微視的理論に至るまでの研究の推移、その抱えている問題点を概説し、第2章、第3章においては集団運動の微視的理論の発展を参考論文4編その他で申請者がこの分野で行なった寄与を含めて詳述している。

原子核の集団運動は四重極相互作用に起因して生じるが、同時にいわゆる対相互作用も重要な役割りを演じる。とくに最近の二核子移行の実験に関連して後者の重要性が注目されるようになった。

主論文の第2章の内容は主として四重極場による集団励起の理論の現状の分析であって、A. Bohr による集団運動の現象論的取扱いが微視的理論に移って四重極相互作用が導入され、ついで対相互作用が導入されたいきさつ、さらにそれらを精細に検討することから、非調和効果の果す役割り、とくにそれが球形核から遷移領域にわたって存在する準回転の励起状態の説明に欠くことができないものであることを述べている。これらの研究に対する申請者の貢献は参考論文1, 2, 3に含まれており、核理論の発展に大きく寄与したものである。

さらに第2章では、中重核の集団励起でおこるいわゆる振動、回転という割り切った形で考えられない多くの集団励起状態、つまりこれらの中間に存在する励起状態の存在とそれを統一的に記述できるような理論の必要性を論じ、このような遷移領域を含めた集団運動を記述しようとするいくつかの試みに対する申請者の見解が述べられている。とくにこの問題に対しては申請者は丸森、山村、西山の諸氏と協力して、参考論文4に発表したように偶核の振動および回転運動の統一的な微視的理論への重要な寄与を行なっている。ここでの基本的な考え方は、前述の非調和項の中に振動から回転励起を媒介する何かの規則性があると考え、P. P. A 近似 (Random Phase Approximation) の定式化を、これらを取り入れるように拡張する点にあるが、参考論文4ではさらに、この考え方を発展させて、運動の基本要素をあらゆる型の粒子演算子の対にとり、その運動方程式を解く方法を開発しようとしている。四重極相互作用の場合は、こ

これらの方法が回転運動の解明に大きい手がかりを与えることになる。この方向への理論の展開はその後山村、Gross 氏らが行ない、かなりの成果を挙げているが、相当複雑な取り扱いが必要になる。申請者はそれと異り、相互作用を対相互作用の場合についてこの考え方を発展させた。

第3章は上述の対相互作用理論の展開を中心にしている。この部分は、この総合報告の核心になる独創的な部分であって、今回申請者自身が開発したものである。その内容は別に単独論文として A Unified Description of Pailing Correlation in Nuclei という表題で近く Progress of Theoretical Physics に掲載されることになっている。その概要を以下に述べることにしよう。

第2章に述べたような運動の基本要素をあらゆる型の粒子演算子の対にとる方法では、球形から変形への相転移というような考え方を超越することができ、また始めから粒子対相関をとり入れておくことができる。さらに、申請者が行なった対相互作用の場合は結合型式がスカラー型になるため、非常に見とおしのよい理論をつくることができる。対相互作用のみを残留相互作用としてとる場合にはこの場合特有の集団励起、いわゆる対振動モードが現われ、この系は対相互作用の強さを大きくして行くと、ノルマル状態からスーパー状態へ転移する。この転移点を含めて、対相関をもつ系についてノルマルおよびスーパー状態を統一的に記述することは一般の多体問題としても非常に興味のある問題といえよう。この意味で申請者が転移点近傍の取り扱いの一つの可能性を示したことは注目に値する。

主論文の第3章の内容は対演算子を含む運動方程式の定式化が中心になっており、さらにこの理論をこれを正確に解くことのできる $2-j$ shell のみの場合に適用してその妥当性を検討している。この場合、得られた結果は、転移点近傍を除いて、従来解かれていた解とかなりよく合い、転移点近傍では従来の理論の破綻を救う形に出ている。このことから、第4章において申請者は、この相互作用の理論はノルマル状態とスーパー状態と統一して取り扱え、相互作用のあらゆる領域でよい近似を与えること、さらに物理的描像がえがきやすく、現実の原子核への適用も可能であろうと結論している。

論文審査の結果の要旨

申請者宮西敬直の主論文は原子核の集団運動の微視的な統一理論の総合報告であるが、その大部分は申請者が協力者の1人として理論の展開に貢献した分野の紹介であり、とくに対相互作用による集団励起に関する部分は申請者が最近独自に開発し、原論文として Progress of Theoretical Physics に公表予定となっている。したがって、この論文審査に当ってはこの部分に重点をおいた。

主論文の前半に述べられているように、原子核の集団運動の微視的研究は、1960年丸森・Baranger が残留相互作用として四重極相互作用、対相互作用を用い、準粒子対の R. P. A 近似 (Random Phase Approximation) を適用する理論を提唱して以来、多くの研究者によって展開され、とくに丸森、山村らがその研究の中心として活躍して来た。申請者はこれらの両氏の協力者として加わり、参考論文 1, 2, 3, 4 に示されているように一貫してこの方面の理論の発展に寄与してきている。

原子核の集団励起の問題を微視的に解明して行く研究は、上述のようにこの10年余りの間に急激な発展を遂げたのであるが、最近の実験技術の進歩によって得られた励起状態の測定による新しい事実の発見、例えば球形核の第一励起単位にあらわれる異常に大きい四極子能率いわゆる振動励起状態や、球形核から

遷移領域に至る広い範囲にあらわれる準回転励起状態などの問題は、振動、回転という集団励起をその励起機構を通じて統一的に把握しなければ理解できないように思われる。申請者はこれらの問題を最初は主として四重極相互作用に起因すると見て、 $R. P. A$ 近似で落されていた項の役割をしらべるという方向での山村氏らの研究に協力し、これらの問題に対し参考論文にあげられているような多くの研究成果を得たのであるが、ここで主な対象としている主論文の後半では、対相互作用が主な役割を演ずる場合にしばり、原子核励起の問題を対演算子を含む運動方程式を定式化してこの場合に統一的な取り扱いが可能であることを示している。

対相互作用の弱い場合にノルマル状態にある系が、その作用を強くして行けばスーパー状態に転移することになり、これは球形核から変形核への転移と類似性をもっている。申請者の提案した方法ではこの全領域を統一的にとりあつかうことができ、とくに従来の理論が破綻していた転移点近傍の有様をしらべることができるという点で理論の展開に大きい寄与をしたといえることができる。申請者は、一般的な定式化にとどまらず、これを正確な解が得られる簡単な模型として $2-j$ shell のみが存在する場合に適用し、従来の理論の結果と比較して、その優位さを示している。さらにこの理論はその物理的描像が比較的明確であり、取り扱いも簡単であって、多くの shell をもつ現実の核への適用も可能であろうと思われる。

以上に述べたように、主論文のうち、とくに申請者自身が開拓した分野は原子核の集団励起の機構の解明に寄与するところが大きいと判断される。また参考論文に示されているように申請者のこの方面での貢献は高く評価されるものである。

よって、本論文は理学博士の学位論文とし価値あるものと認める。